

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

ISSN 0100-6460

75

**Circular
Técnica***Campina Grande, PB
Setembro, 2003***Autores**

Márcia Soares Vidal
Bióloga Dra da Embrapa
Algodão, Rua Osvaldo Cruz,
1143-Centenário 58107-720 -
Campina Grande, PB
e-mail:
mvidal@cnpa.embrapa.br

Julita Maria Frota C. Carvalho
Eng. Agr. Dra. da Embrapa
Algodão, Rua Osvaldo Cruz,
1143-Centenário 58107-720 -
Campina Grande, PB
e-mail: julita@cnpa.embrapa.br

Segurança Química em Laboratórios de Pesquisa



As pessoas que trabalham com substâncias químicas deve ter em mente que elas são um risco em potencial; deste modo, o trabalho deve ser realizado com critérios e cuidados específicos sem, contudo, inibir o entusiasmo daqueles que as manipulam, pois diariamente os riscos estão presentes.

1. Definições básicas

Quando se fala em segurança, surge uma série de termos, muitas vezes desconhecidos pelas pessoas. Abaixo, tem-se algumas definições que facilitarão o entendimento de vários pontos a serem discutidos nesta circular.

- **Risco:** Condição com potencial de causar danos
- **Perigo:** Exposição relativa a um risco
- **Dano:** Severidade de lesão ou perda física, funcional ou econômica
- **Causa:** Origem de caráter humano e material
- **Segurança:** Isenção de riscos
- **Incidente:** Evento indesejado com possibilidade de provocar perda
- **Acidente:** Evento indesejado que apresenta como resultado, a perda

2. Causas de acidentes

Segundo o Ministério do Trabalho, os acidentes podem ser ocasionados por diversos fatores, alguns deles listados a seguir.

a. Fatores do ambiente

Grupo de fatores relativos ao ambiente em que se desenvolve a atividade e que participaram do acidente. Inclui aspectos como características de edificações, instalações elétricas, presença de ruído, calor, frio, umidade, condições de ventilação e de circulação, estado de organização e limpeza, espaços de trabalho etc.

b. Fatores do indivíduo

Incluem características físicas, fisiológicas, psicológicas dos trabalhadores, sua qualificação, experiência e outros atributos.

c. Fatores de manutenção.

Entende-se por manutenção todas as ações e medidas necessárias para restaurar, manter ou conservar itens (edificações, instalações, máquinas etc.) em condições de uso durante o maior tempo possível, com máxima eficiência. Incluem lubrificações, limpeza, ajustes, inspeção, revisão, avaliação de estado ou condição, reparos etc.

d. Fatores do material

Refere-se a todo e qualquer defeito em um equipamento que possa ocasionar acidente, desde falha na instalação até o mau uso de um equipamento de proteção.

e. Fatores da organização e do gerenciamento de pessoal

Referem-se às decisões e práticas adotadas com vistas à definição do efetivo (número de trabalhadores) da empresa, bem como aos processos de: seleção, formação, designação de trabalhadores para atividades em situações cotidianas e face à variabilidade normal e incidental durante as atividades, gestão de relações pessoais etc.

3. Análise preliminar de riscos

A análise de riscos envolve várias etapas, em que uma das mais importantes são as considerações sobre o trabalho a ser realizado, isto é, avaliar os riscos pessoais e materiais para a execução de determinada tarefa, se ela promoverá algum tipo de agressão ao meio ambiente e se existe a possibilidade de contaminação com produtos químicos. Uma vez que se tenha trabalhado com essas possibilidade, torna-se mais fácil se prevenir um acidente, pois de antemão, o trabalhador saberá o que fazer caso ocorra um imprevisto.

4. Procedimentos para prevenir ou eliminar riscos de acidentes

A prevenção de acidentes envolve uma série de posturas dentro e até mesmo fora do ambiente laboral sendo necessárias, para tal, algumas recomendações, como:

- ✓ Realizar a análise preliminar de riscos
- ✓ identificar os riscos presentes no laboratório
- ✓ sinalizar pontos de risco
- ✓ afastar-se dos locais potencialmente perigosos
- ✓ verificar as condições de segurança dos equipamentos
- ✓ não desprezar o alerta de colegas de trabalho
- ✓ atentar para ruídos estranhos
- ✓ cuidado ao levantar pesos
- ✓ não misturar reagentes
- ✓ não trabalhar sozinho em laboratório
- ✓ identificar e anunciar condições inseguras
- ✓ ler manuais de segurança
- ✓ solicitar auxílio quando precisar
- ✓ orientar colegas mais novos
- ✓ identificar os "acidentáveis"
- ✓ conhecer e localizar equipamentos de segurança etc

5. Riscos de acidentes

Os principais riscos de acidentes em ambientes em que se manipulam substâncias químicas, são causados por:

a. Material inflamável

Ao se mencionar que os materiais inflamáveis são um risco de acidente, deve-se pensar que eles podem gerar fogo que, por sua vez, é uma das principais causas de acidentes em laboratórios. Geralmente, os acidentes envolvendo fogo estão relacionados com os solventes orgânicos, pois tais substâncias normalmente são mais pesadas que o ar e apresentam altas pressões de vapor a temperatura ambiente. Ainda com relação aos solventes orgânicos, pode-se dizer que aqueles que apresentam temperaturas de ponto de fulgor e auto-ignição muito baixas, são extremamente perigosos, uma vez que ponto de fulgor é a temperatura em que um líquido libera suficiente vapor para formar

uma mistura passível de ignição com o ar que está próximo; temperatura de auto-ignição é a temperatura mínima na qual pode ocorrer combustão, independente da fonte de ignição.

b. Material explosivo

As explosões resultam de reações exotérmicas, muito rápidas, que liberam grande quantidade de calor, além de grandes volumes de gases serem produzidos em fração de segundos.

Os agentes oxidantes são exemplos clássicos de geradores de calor, pois podem fornecer oxigênio que, em quantidades elevadas e havendo desprendimento de calor, cria um ambiente propício para que haja explosões.

Outra classe de substâncias químicas que facilmente podem explodir são os solventes orgânicos, visto que, misturados com o ar e em contato com uma fonte de ignição, podem causar explosões.

Os cilindros que contêm gases fortemente oxidantes também devem receber cuidados especiais, seja na lubrificação de juntas com materiais que não oxidem ou até mesmo durante o seu transporte. A explosão de um cilindro de gás pode arruinar um laboratório, matando pessoas que estejam por perto, além de facilitar a propagação de incêndios.

c. Substâncias tóxicas

As substâncias químicas apresentam diferentes níveis de toxicidade, sendo que algumas delas apresentam elevados graus de toxidez chegando, muitas vezes, a causar intoxicações em caso de manipulação errada. As intoxicações podem ser divididas em agudas e crônicas. Quando do tipo aguda, seus efeitos se manifestam imediatamente após o contato com o produto químico; já a crônica envolve repetidas exposições à substância química. A intoxicação crônica é mais preocupante que a aguda, pois quando se manifesta, o intoxicado não sabe relacionar os efeitos e as causas. Como exemplo de produtos causadores de intoxicação aguda, têm-se as soluções fortemente ácidas ou fortemente básicas e os inseticidas extremamente fortes. Outros exemplos de produtos químicos extremamente perigosos são o benzeno, a pirimidina, os inseticidas clorados, entre outros, pois essas substâncias vão atuando lentamente sobre o organismo, causando as intoxicações crônicas.

d. Vidros em geral

Trabalhos que envolvem o manuseio de vidraria em geral, são considerados de risco, tendo em vista que muitas vezes são submetidos a esforços mecânicos e a variações de temperatura.

Alguns pontos devem ser considerados quando se trabalha com vidro:

- somente vidro borossilicato pode ser aquecido
- vidros com paredes muito finas não devem ser empregados em atividades que envolvam vácuo ou pressão
- material de vidro quebrado deve ser descartado ou então reparado por pessoal qualificado (vidreiro)
- ao se introduzir peças de vidro em rolhas, deve-se atentar para algumas recomendações importantes, como:
 - » verificar se os furos têm tamanhos compatíveis
 - » usar o material com silicone ou vaselina
 - » nunca utilizar o corpo como apoio para a introdução das peças
 - » não utilizar material que esteja trincado ou com bordas quebradas

e. Cilindros pressurizados

Os trabalhos envolvendo a utilização de cilindros pressurizados contendo gases, necessitam de cuidados, com o intuito de se evitar acidentes. A fim de minimizar os riscos inerentes aos cilindros contendo gases pressurizados algumas recomendações devem ser seguidas, desde o recebimento até o manuseio, como:

- ao receber o cilindro com gás, deve-se certificar do conteúdo antes de colocá-lo em operação, através de indicadores visuais que devem acompanhar cada cilindro
- antes de se iniciar o uso propriamente dito do cilindro, o mesmo deve ser testado quanto à possibilidade de vazamentos. Esta verificação deve ser realizada tanto nas conexões de entrada e saída quanto nas válvulas de saída dos reguladores de pressão
- para o armazenamento, devem-se seguir as

normas de segurança, levando-se em conta alguns detalhes como:

- ✓ os cilindros contendo gás devem ser estocados por tipo de gás
- ✓ os cilindros cheios devem permanecer separados dos vazios
- ✓ os cilindros contendo gases combustíveis devem estar afastados dos cilindros contendo gases oxidantes
- ✓ os cilindros devem estar providos de seus capacetes de proteção;
- ✓ os cilindros, quando armazenados em áreas internas, devem estar longe de fontes de ignição e calor
- ✓ os cilindros, quando armazenados em áreas externas, devem ser mantidos em local arejado, coberto, seco e longe de fontes de calor ou ignição etc
- o manuseio de cilindros com gases pressurizados deve ser realizado de modo consciente, uma vez que são manipulados produtos de alto risco. Sabendo-se disso, recomendações para seu manuseio devem ser seguidas. Seguem abaixo alguns pontos relevantes quanto ao manuseio de cilindros pressurizados:
- ✓ usar luvas protetoras e óculos de segurança
- ✓ manter o capacete de proteção da válvula atarraxado quando este não estiver em uso
- ✓ não movimentar os cilindros sem o capacete de proteção
- ✓ não jogar um cilindro contra o outro
- ✓ evitar que cilindros sejam derrubados no chão
- ✓ não transferir gases de um cilindro para outro etc

f. Gases e vapores tóxicos

Em geral, os gases exercem efeitos tóxicos no organismo; deste modo, cuidados especiais devem ser tomados ao se manipular com este tipo de substância. Neste tópico, dar-se-á especial importância, uma vez que muitos gases não inodoros e aos poucos vão causando danos ao organismo sem que o funcionário atente para isto.

Os gases e vapores tóxicos são classificados em:

a. Irritantes

O termo gases e vapores irritantes engloba um grande número de substâncias químicas, cuja característica comum é a ação tóxica que resulta num processo inflamatório das superfícies tissulares com as quais elas entram em contato, em geral afetando trato respiratório, pele e olhos.

• Irritantes primários

Quando exercem apenas ação local. Essas substâncias atuam sobre a membrana mucosa do aparelho respiratório e sobre os olhos, levando à inflamação, hiperemia (avermelhamento), desidratação, destruição da parede celular, necrose (destruição) e ao edema (inchaço).

Dentro do aparelho respiratório o local da ação dos irritantes primários dependerá da solubilidade dos mesmos em água. Os mais solúveis são absorvidos pelas vias aéreas superiores, dissolvendo-se na água presente nas mucosas, causando irritação. Os menos solúveis serão pouco absorvidos pelas vias aéreas superiores, alcançando o tecido pulmonar, onde produzem seu efeito.

Na exposição imediata ou aguda, esses agentes provocam, nas vias aéreas superiores, rinite, faringite, laringite, com quadro clínico de dor, coriza, espirros, tosse e irritação e, nas vias aéreas inferiores provocam: bronquite, broncopneumonia e edema pulmonar, com quadro clínico de tosse e dispnéia (dificuldade para respirar).

Na exposição prolongada a baixas concentrações, os gases e vapores irritantes provocam: bronquite crônica, conjuntivite, blefaro-conjuntivite, pterígio e queratite.

A intensidade da irritação dessas substâncias depende de:

1. concentração da substância no ar e da duração da exposição.
2. propriedades químicas: por exemplo, a solubilidade em água.
3. exposições repetidas: mesmo em baixas concentrações, certos gases irritantes provocam alterações tissulares, bioquímicas e funcionais das vias respiratórias.

4. fatores anatômicos, fisiológicos e genéticos que podem influenciar o sítio de ação.
5. Interação química: a inalação simultânea de outro agente tóxico em forma de aerossol pode modificar a toxicidade dos gases e vapores irritantes.

Os efeitos irritantes dessas substâncias são atribuídos, essencialmente, a uma excitação dos receptores neurais na conjuntiva e nas membranas mucosas do sistema respiratório, que desencadeiam processos dolorosos e uma série de reflexos (motor, secretor e vascular) que levam a diminuição na frequência respiratória e cardíaca, diminuição na pressão arterial e ao espasmo da glote, com sensação de sufocamento, tosse e constrição dos brônquios.

Nos pulmões, a lesão ao parênquima provoca pneumonite. O edema pulmonar resulta de uma mudança na permeabilidade dos capilares, liberação de histamina, com conseqüente broncoconstrição e aumento na pressão dentro dos capilares que levam a uma transudação (passagem) de líquidos serosos para dentro dos alvéolos, impedindo as trocas gasosas.

Exemplos de substâncias químicas com efeitos irritantes primários: ácidos, amônia, cloro, soda cáustica, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio etc.

- Irritantes secundários

Quando ao lado da ação irritante local há uma ação geral, sistêmica. São substâncias químicas que, além de ocasionarem irritação primária em mucosas de vias respiratórias e conjuntivas, são absorvidas e distribuídas, indo atuar em outros sítios do organismo, como sistema nervoso e sistema respiratório.

Exemplo de substância química com efeito irritante secundário: gás sulfídrico (H_2S).

b. Asfixiantes

São substâncias químicas que levam o organismo à deficiência ou privação de oxigênio, sem que haja interferência direta na mecânica da respiração. São subdivididas em:

- Asfixiantes simples

São gases fisiologicamente inertes, cujo perigo está ligado à sua alta concentração, pela redução da pressão parcial de oxigênio. São substâncias químicas que têm a propriedade comum de deslocar o oxigênio do ar e provocar asfixia pela diminuição da concentração do oxigênio no ar inspirado, sem apresentarem outra característica em nível de toxicidade. Algumas dessas substâncias são liquefeitas, quando comprimidas.

Exemplos de substâncias químicas com efeitos asfixiantes simples:

etano, metano, propano, butano, GLP, acetileno, nitrogênio, hidrogênio etc.

- Asfixiantes químicos

São substâncias que produzem asfixia, mesmo quando presentes em pequenas concentrações, porque interferem no transporte do oxigênio pelos tecidos. São substâncias que produzem anóxia tissular (baixa oxigenação dos tecidos), interferindo no aproveitamento de oxigênio pelas células.

Exemplo de substância química com efeito asfixiante químico: monóxido de carbono (CO).

c. Anestésicos

São substâncias capazes de provocar depressão do sistema nervoso central. Essas substâncias deprimem a atividade do sistema nervoso central, interferindo com o sistema neurotransmissor. Em conseqüência, ocorrem perdas da consciência, parada respiratória e morte.

Esta classificação acima, proposta por Henderson e Haggard, é denominada Classificação Fisiológica de Contaminantes Aéreos e apresenta algumas restrições, porque em muitos gases e vapores o tipo de ação fisiológica depende da concentração deles. Assim, um vapor a determinada concentração pode exercer seu efeito principal como um anestésico, enquanto em baixas concentrações sem efeitos anestésicos, lesiona o sistema nervoso, o sistema hematopoético (formador de células sanguíneas) e outros órgãos.

6. Riscologia química

De acordo com o seu risco, as substâncias químicas são divididas em classes de risco.

a. Classes de risco:

- i. Classe 1 - Explosivos
- ii. Classe 2 - Gases inflamáveis, gases não inflamáveis comprimidos e gases tóxicos
- iii. Classe 3 - Líquidos inflamáveis
- iv. Classe 4 - Sólidos inflamáveis, espontaneamente combustíveis quando molhados.
- v. Classe 5 - Agentes oxidantes, peróxidos
- vi. Classe 6 - Tóxicos infecciosos
- vii. Classe 7 - Radioativos
- viii. Classe 8 - Corrosivos
- ix. Classe 9 – Miscelânea

Quando se fala em riscologia química deve-se conhecer as principais vias de penetração de uma substância química e os meios para evitar esse tipo de acidente.

A inalação é tida como o maior grau de risco devido à rapidez com que as substâncias químicas são absorvidas pelos pulmões; ela é, também, a principal via de intoxicação no ambiente de trabalho, daí a importância que deve ser dada aos sistemas de ventilação. A superfície dos alvéolos pulmonares representam, no homem adulto, uma área de 80 a 90 m² e, como grande superfície, facilita a absorção de gases e vapores, os quais podem passar ao sangue, para serem distribuídos a outras regiões do organismo. Visto que o consumo de ar de um homem adulto normal é de 10 a 20 kg/dia, dependendo do esforço físico realizado, é fácil se chegar à conclusão de que mais de 90% das intoxicações generalizadas tenham esta origem.

O contato de substâncias químicas com a pele é extremamente crítico quando se lida com produtos lipossolúveis, uma vez que essas substâncias são absorvidas através da pele. Quando uma substância química entra em contato com a pele, podem ocorrer as seguintes situações:

- a pele e a gordura protetora podem atuar como barreira protetora efetiva
- o agente pode agir na superfície da pele, provocando irritação primária
- a substância pode combinar com as proteínas da pele e provocar uma sensibilização

- enfim, a substância pode penetrar através da pele, produzindo uma ação generalizada

A última via de penetração de substâncias químicas é a ingestão que, via de regra, acontece por descumprimento de normas de higiene e segurança. Esta via representa uma via secundária de ingresso de substâncias químicas no organismo.

A riscologia química envolve a classificação dos riscos em classes de riscos; entretanto, existe uma série de códigos, aglomerada nas conhecidas normas R, que compilam um vasto número de pontos de riscos de substâncias químicas e, ainda, outros códigos, relacionados aos cuidados que se deve ter com determinados compostos químicos, que se encontram nas normas S. Deste modo, quando se observa um quadro com classes de risco, têm-se, ao mesmo tempo, os riscos e os cuidados no trato com aquele reagente químico em questão.

Abaixo apresenta-se um exemplo de classificação de risco extraído para facilitar o entendimento.

CLASSE DE RISCO 1		
Substâncias	Riscos	Cuidados
Ácido cítrico	36	26
Ácido crômico	8 - 35	28
EDTA	37	22
Ácido fosfomolibdico	8- 35	22 - 28
Sulfato de cobre II	22	20
Nitrato de prata	34	24 - 25 - 26
Cromato de potássio	36 - 37 - 38	22 - 28

Códigos de risco (Normas R): 8- Perigo de fogo em contato com substâncias combustíveis; 22- Nocivo por ingestão; 35- Provoca graves queimaduras; 36- Irrita os olhos; 37- Irrita o sistema respiratório; 38- Irrita a pele.

Códigos de cuidados (Normas S): 20- Evitar contato com alimentos ; 22- Evitar respirar o pó; 24- Evitar o contato com a pele; 25- Evitar o contato com os olhos; 26- Em caso de contato com os olhos, lavá-los com bastante água; 28- Em caso de contato com a pele, lavá-la com ... (especificado pelo fabricante).

7. Equipamentos de proteção

Os equipamentos de proteção, tanto coletiva quanto individual, não devem ser inseridos de forma

autoritária na rotina de trabalho pois, ao invés de evitar, gerarão acidentes. O uso dos equipamentos de proteção deve entrar na rotina do laboratório, aos poucos, de modo que as pessoas, ao utilizá-los devem fazê-lo de maneira consciente.

Os principais meios de penetração de substâncias químicas, são: inalação, absorção e ingestão; deste modo, o emprego correto de EPIs diminui, e muito, as chances de contaminação com produtos químicos.

Um ponto importante que se deve levar em conta na segurança é o uso de lentes de contato, uma vez que o número de pessoas que as utilizam tem aumentando. Por que falar sobre lentes de contato? Deve-se enfatizar este assunto sim, visto que existem desvantagens, em seu emprego em ambientes onde se empregam produtos químicos; há, também, vantagens apresentando-se na tabela abaixo, os prós e contras de seu emprego.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> Melhor visão periférica Pode funcionar como barreira alguns gases e partículas Melhor que óculos em atmosferas úmidas Melhor para trabalhar com instrumentos ópticos Melhor para utilização de óculos de segurança Não têm problemas de reflexo, como os óculos Mais confortáveis 	<ul style="list-style-type: none"> Partículas podem ficar retidas sob as lentes de contato Podem descolorir ou tornar-se turvas em contato com alguns vapores químicos Lentes gelatinosas podem secar em ambientes com pouca umidade Alguns vapores e gases podem ser absorvidos pelas lentes e causar irritação Algumas lentes de contato impedem a oxigenação dos olhos

a. Equipamentos de proteção individual (EPI)

É considerado Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos passíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Os equipamentos de proteção individual são regulamentados pela Norma Regulamentadora (NR) 6 do Ministério do Trabalho.

Tem-se, a seguir, alguns exemplos de EPIs:

i. Avental ou roupas de proteção

Seu uso é recomendado para aqueles que manuseiam substâncias químicas. Deve ser fabricado com algodão grosso, pois este material

queima mais devagar, reage com ácidos e bases. O modelo recomendado deve ter mangas compridas com fechamento em velcro, comprimento até os joelhos, fechamento frontal também em velcro, sem bolsos nem detalhes soltos. Ressalta-se que o avental deve ser usado sempre fechado, para cumprir seu papel de proteção (Figura 1).



Fig. 1. Exemplo de avental.

ii. Luvas

Quanto ao emprego de luvas, sua eficiência pode ser medida através de 3 parâmetros:

- da degradação: mudança em algumas das características físicas da luva
- da permeação: velocidade com que um produto químico permeia através da luva
- e do tempo de resistência: tempo decorrido entre o contato inicial com o lado externo da luva e a ocorrência do produto químico no seu interior

É imprescindível que o usuário do EPI luva saiba que nenhum material protege contra todos os produtos químicos; a tabela abaixo, de caráter orientador, mostra alguns tipos de luvas e como deve usá-las.

Tipo de luva	Uso
Borracha butílica	Bom para cetonas e ésteres, mas ruim para os demais solventes
Látex	Bom para ácidos e bases diluídas, porém péssimo para solventes orgânicos
PVC	Bom para ácidos e bases e, ruim para a maioria dos solventes orgânicos
PVA	Bom para solventes aromáticos e halogenados. Ruim para soluções aquosas
Nitrila	Bom para uma grande variedade de solventes orgânicos e ácidos e bases
Viton	Excepcional resistência a solventes aromáticos e halogenados
Neopreno	Bom para ácidos e bases, peróxidos, hidrocarbonetos, álcoois, fenóis. Ruim para solventes halogenados e aromáticos



Fig. 2. Exemplos de luvas empregadas no manuseio de substâncias químicas.

Fonte: <http://www.gloves-online.com/univ.htm>

iii. Proteção facial/ocular

Esses equipamentos devem estar sempre disponíveis para todos os funcionários que trabalham em locais onde haja manuseio ou armazenamento de substâncias químicas e, também, para todos os que visitam este local. Seu uso é obrigatório em caso de haver probabilidade de respingos de produtos químicos.

Os protetores oculares também são conhecidos como óculos de segurança e diversos são os modelos disponíveis no mercado.

Algumas características importantes devem ser levadas em conta quando se pensa em adquirir um protetor facial/ocular como, por exemplo: não deve distorcer imagens nem limitar o campo visual, mas ser resistente aos produtos que serão manuseados, além de confortáveis e de fácil limpeza e conservação.

Quando da utilização desses equipamentos de proteção, deve-se levar em conta sobretudo a sua conservação, pois o uso eficiente do EPI depende muito do seu estado de conservação; para isto os

equipamentos devem ser mantidos limpos sem, no entanto, se utilizar materiais abrasivos ou solventes orgânicos, além de serem guardados de forma a prevenir avarias.



Fig. 3. Exemplos de protetores faciais.

Fonte: <http://www.ledan.com.br/protetores.htm>

iv. Protetores respiratórios

Os EPIs de proteção respiratória devem ser empregados quando as medidas de proteção coletiva não existem, não podem ser implantadas ou não são suficientes. Seu uso deve ser esporádico e para operações não rotineiras ou, ainda, quando ocorre um acidente com a liberação de vapores tóxicos.

Os protetores respiratórios são divididos em não motorizados e motorizados, e seu uso dependente da situação existência no ambiente de trabalho; há ainda, uma segunda subdivisão, pois os protetores respiratórios não motorizados podem ou não apresentar filtros. Encontram-se no mercado diversos tipos de filtro que serão empregados de acordo com o produto com o qual se esteja trabalhando.



Fig. 4. Exemplos de protetores respiratórios não motorizados

Fonte: <http://www.ledan.com.br/protetores.htm>



Fig. 5. Exemplo de protetor respiratório motorizado
Fonte: <http://www.ledan.com.br/protetores.htm>

v. Protetores auriculares

As avaliações de ruído (níveis de pressão sonora), devem ser realizadas a fim de se avaliar a necessidade do emprego de protetores auriculares. Quando nesta avaliação os níveis de ruído ultrapassam os limites estabelecidos pela legislação, o uso do EPI de proteção auricular é recomendado. Diversos são os modelos de protetor auricular e o seu emprego vai depender dos níveis de ruído. Na Figura 6 alguns modelos de protetor auricular encontrados no mercado.



Fig. 6. Exemplos de protetores auriculares.
Fonte: http://www.epimaster.com.br/pag_produtos_protetoraucicul.htm

b. Equipamentos de proteção coletiva (EPC)

Os equipamentos de proteção coletiva são utilizados para minimizar a exposição dos trabalhadores aos riscos e, em caso de acidentes, reduzir suas consequências.

Abaixo, exemplos de equipamentos de proteção coletiva:

- ✓ extintores de incêndio
- ✓ chuveiros de segurança
- ✓ lava olhos
- ✓ pia para lavagem de mãos
- ✓ capelas de fluxo laminar
- ✓ capelas de exaustão
- ✓ exaustores
- ✓ recipientes para rejeitos
- ✓ recipientes especiais para transporte de material contaminado
- ✓ caixa de primeiros socorros etc

8. Segurança no preparo de soluções

Os trabalhos em laboratório de pesquisa envolvem várias tarefas, em que o preparo de soluções é a base para um bom desencadeamento das etapas seguintes; assim, algumas recomendações devem ser seguidas, tanto a nível de organização quanto de preparo propriamente dito.

Quanto à organização:

- ler atentamente a marcha para o preparo da solução e, em caso de dúvida, recorrer à literatura
- verificar se o local é apropriado para a execução da tarefa
- providenciar todo o material necessário: vidrarias, reagentes, acessórios, água destilada e equipamentos
- certificar-se de que a solução requer cuidados

especiais, pois algumas soluções necessitam de banho de gelo ou até mesmo de banho-maria

- certificar-se se a bancada é própria para realizar o preparo da solução, uma vez que algumas bancadas são incompatíveis com muitas substâncias químicas
- integrar-se sobre tudo que diz respeito ao reagente químico a ser utilizado; a primeira atitude seria ler atentamente o rótulo e caso ele não consiga esclarecer todas as dúvidas, procurar maiores informações nas fichas de informação sobre substâncias químicas

Quanto ao procedimento de preparo:

- retirar o reagente químico com muita cautela do seu local de armazenamento. Certificar-se de que o frasco não apresenta trincas nem apresenta vazamento, o que é fácil notar, pois normalmente o frasco mostra uma crosta úmida na parte externa caso em que, dependendo do reagente deve-se calçar luvas antes de segurar o frasco. Estando o frasco de reagente em condições de uso, verificam-se também as condições do reagente, observando-se o prazo de validade
- ao transportar o(s) frasco(s), fazê-lo com muito cuidado e atenção. Utilizar equipamentos de segurança, se for o caso, e jamais tentar abrir portas segurando os frascos apoiados sobre seu corpo
- efetuar com precisão, em balança analítica, a pesagem dos reagentes
- após a pesagem ou medida dos reagentes, o material deverá estar acondicionado em condições adequadas e devidamente protegido
- observar, ao pipetar líquidos, o volume correto; para os translúcidos, o menisco deve ficar acima da graduação desejada; para os opacos, o menisco deve ficar abaixo
- em hipótese alguma pipetar substâncias com a boca; usar sempre pipetadores automáticos ou mecânicos
- frascos que contenham líquidos deverão ser

manuseados com muita cautela para que a substância não escorra pelas paredes externas e venha danificar o rótulo

- no preparo de uma solução utiliza-se soluto e solvente; deste modo, nunca avolumar sem antes adicionar todo o soluto
- ao realizar a pesagem de um produto químico, atentar para fazê-lo gradativamente, evitando que se ultrapasse a quantidade desejada e, caso isto ocorra, não retornar o excesso ao frasco do produto químico para que não aconteça contaminação
- nunca testar um reagente pelo sabor ou odor
- após a utilização os produtos químicos devem retornar ao seu local de armazenamento, devidamente limpos e fechados
- após a utilização de vidrarias no preparo de soluções, estas deverão ser lavadas, secadas e guardadas nos seus locais, pois existem mais pessoas em seu ambiente de trabalho que utilizarão esses mesmos materiais

OBS: Mais vale utilizar equipamentos de segurança em demasia que sofrer um acidente desnecessariamente.

9. Incompatibilidade entre substâncias químicas

Como um todo, substâncias químicas apresentam uma série de características que as tornam mais ou menos reativas. Partindo deste princípio, os produtos químicos são agrupados de acordo com seu grau de compatibilidade, uma vez que muitos deles são incompatíveis, ou seja, ao entrarem em contato podem gerar acidentes. Um bom exemplo é o caso do ácido sulfúrico. Um frasco deste ácido, que tenha uma pequena fissura e deixe passar quantidades mínimas para o exterior, é suficiente para reagir com a madeira de um armário e iniciar um incêndio que, por sua vez, poderá atingir grandes proporções, visto que o ambiente laboratorial contém outros produtos inflamáveis.

Tabela de compatibilidade entre produtos químicos

Compatibilidade de "Famílias" Químicas																							
Ácidos Inorgânicos	1	1																					
Ácidos Orgânicos	2	x	2																				
Cáusticos	3	x	x	3																			
Aminas	4	x	x		4																		
Compostos Halogenados	5	x		x	x	5																	
Álcoois, Glicóis e Glicóis Éteres	6	x					6																
Aldeídos	7	x	x	x	x		x	7															
Cetonas	8	x		x	x			x	8														
Hidrocarbonetos Saturados	9									9													
Hidrocarbonetos Aromáticos	10	x								10													
Olefinas	11	x				x					11												
Derivados do Petróleo	12											12											
Esteres	13	x		x	x							13											
Monômeros e Esteres Polimerizáveis	14	x	x	x	x	x	x						14										
Fenóis	15			x	x		x						x	15									
Óxidos de Alcoilena	16	x	x	x	x		x	x					x	x	16								
Cianidríns	17	x	x	x	x	x	x							x	17								
Nitrilas	18	x	x	x	x										x	18							
Amônia	19	x	x					x	x				x	x	x	x	19						
Halogênios	20		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	20					
Éteres	21	x												x				x	21				
Fósforo	22	x	x	x														x	22				
Enxofre Fundido	23								x	x	x	x			x				x	23			
Anidridos Ácidos	24	x		x	x		x	x					x		x	x	x	x					24
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

As intersecções marcadas com "x" representam a possibilidade de reação indesejável entre os produtos pertencentes a cada uma das famílias.

Fonte: U.S. Coast Guard

Associquim/Sincoquim
Manual de Armazenagem e
Manuseio de Produtos Químicos
Compatibilidade Química - Anexo I

Fonte: ELPO *et al.*, 2001.

10. Armazenamento de substâncias químicas

Um ponto extremamente importante, que muitas vezes não é levado em consideração pelas pessoas responsáveis pela aquisição de produtos químicos e seu armazenamento, é o fato de que as compras devem ser muito bem planejadas de forma a não se comprar quantidades desnecessárias, resultando em estoque de substâncias que não serão, talvez, utilizadas no total ou ainda no período recomendado ou, mesmo, mal armazenadas e acabam deterioradas pela ação do tempo, tornando-se um problema sério no que diz respeito ao futuro descarte.

Quanto ao armazenamento propriamente dito, deve ser realizado em local apropriado e vistoriado periodicamente para se verificar possíveis danos nas embalagens, que poderiam ser foco de acidente.

11. Gerenciamento de resíduos químicos

Uma pergunta que é feita sempre quando se fala

sobre segurança química, é: o que fazer quando se tem, no laboratório, aquele reagente que está deteriorado, que não serve para ser utilizado em uma análise química qualquer, ou que está muito hidratado, não servindo para ser utilizado no preparo de uma solução? Bem... aí está o problema, pois determinado reagente pode apresentar grau de toxicidade mínima, da mesma forma que outro reagente pode apresentá-lo bastante elevado; assim, o grande problema é: como descartar uma substância química, seja ela altamente tóxica ou não, sem causar danos ao ambiente de trabalho e ao meio ambiente propriamente dito? Para que os resíduos químicos sejam descartados adequadamente, eles devem ser tratados, ficando a cargo do gerenciamento de resíduos esta tarefa.

a. Tratamento

Todo o resíduo químico deve ser convenientemente tratado antes de descartado. Não se pode lançar na pia de um laboratório, resíduos sem antes serem neutralizados; o ideal é armazená-los em recipientes

próprios, para posterior descarte. O tratamento prévio de resíduos altamente tóxicos para transformá-los em outro tipo menos tóxico, ou mesmo atóxico, é ideal para um futuro descarte mais seguro.

b. Descarte

Quando se fala sobre o descarte de uma substância química, deve-se levar em conta todas as suas características químicas, isto é, se é explosiva, se pode gerar um composto mais perigoso depois de interagir com outro reagente etc. Na tentativa de amenizar os danos causados por resíduos de solventes orgânicos, estes podem ser reciclados e não lançados no esgoto; até que não mais possam ser destilados; aí, então, devem ser incinerados em condições seguras por pessoal qualificado. Deste modo, conclui-se que o descarte de resíduos químicos não segue uma regra geral e, sim, normas específicas para cada tipo de resíduo, ou melhor, classes de resíduos, sendo necessária análise preliminar de possibilidade de tratamento prévio.

12. As cores utilizadas em segurança

A aplicação da cor não é utilizada num laboratório para se ter um simples efeito decorativo mas como forma de proteção para trabalhadores, instalações e demais pessoas. As cores devidamente empregadas estabelecem condições visuais e facilitam o trabalho.

13. Incêndio no laboratório

O incêndio é um acidente em progressão e sua prevenção compreende uma série de cuidados e providências que devem ser adotadas e desenvolvidas, no sentido de evitar consequências danosas do fogo descontrolado ou de pelo menos impedir que as chamas se propaguem, o que se consegue por meio de um bom planejamento preventivo, boas instalações protetoras e pessoal habilitado, mediante treinamento específico.

As causas mais comuns de incêndio em laboratório, são:

- sobrecarga de energia
- falta de manutenção na instalação elétrica
- tubulação de gás e cabos elétricos muito extensos
- chamas
- tubulações de gás muito antigas e deterioradas
- uso indevido de acendedores
- falta de cuidado ao manipular material inflamável
- substâncias químicas explosivas e inflamáveis armazenadas em geladeiras
- uso de mobiliário indevido
- manuseio de substâncias altamente reativas
- estoque de substâncias em demasia no laboratório

Cor	Significado	Utilização
Amarela	Atenção	Escadas, corrimãos
Alaranjada	Alerta	Partes móveis e perigosas
Azul	Cuidado	Avisos contra o uso de alguns equipamentos
Branca	Corredores de circulação	Áreas de armazenagem
Preta	Coletores de resíduos	Coletores de resíduos para tratamento ou descarte
Púrpura	Perigo	Radiações eletromagnéticas
Vermelha	Advertência	Proteção contra incêndio
Verde	Segurança	Ausência de perigo

Conclusão

Ante o exposto, fica claro que a maioria das atividades desenvolvidas em pesquisa que envolve experimentação em laboratório, é um grande risco para o desencadeamento de acidentes, desde que executadas sem segurança.

“Nenhum trabalho é tão importante e urgente que não possa ser planejado e executado com segurança”

Leopoldo Miguez Mello

Referências Bibliográficas

CARVALHO, P.R. **Segurança química no laboratório**. Fundação Osvaldo Cruz, 1995, 40p.

COSTA, M.A.F.; COSTA, M.F.B. Biossegurança: elo estratégico de segurança e saúde no trabalho. **Revista CIPA**, v. 23, n.266, p.86-90, 2002.

COSTA, M.A.F. Protegendo a vida. **Revista Proteção**, p.46-47, fev., 1999.

COSTA, M.A.F. Biossegurança e qualidade: uma necessidade de integração. **Revista Biotecnologia**, v.I, n. 4, p.32-32, jan/fev., 1998.

CARVALHO, J.M.F.C. **Manual do laboratório de cultivo de tecidos**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, 34p. (Embrapa Algodão Circular Técnica, 46).

ELPO, E.R.S.; GOMES, E.C. Armazenamento de produtos químicos. **Bio Tecnologia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, p. 62-65, 2001.

FREIRE, R.M.M.; NÓBREGA, M. B.M.; SANTOS, R.C.; CARVALHO, J.M.F.C. **Preparo de soluções**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000, 23 p. (Embrapa Algodão Circular Técnica,42).

Segurança e saúde no trabalho. Ministério do trabalho e emprego. Disponível em: < www.mte.gov.br > . Acesso em nov/2003

Protetores Faciais. Ledan. Disponível em: <http://www.ledan.com.br/protetores.htm> > . Acesso em nov/2003

Gloves On Line. Loves University. Disponível em: < www.gloves-online.com/univ.htm > . Acesso em nov/2003

Protetores auriculares. Máster equipamentos de proteção individual LTDA. Disponível em: < www.epimaster.com.br/pag_produtos_protetorauricul.htm > . Acesso em nov/2003.

Prevenção de acidentes. Disponível em: < www.ibilce.unesp.br/servicos/prevencao > . Acesso em set/2003

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. Riscos biológicos em laboratórios de pesquisa In: TEIXEIRA, P. VALLE, S. **Biossegurança uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1996, 41-130p.

Circular Técnico, 75

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
58107-720 Campina Grande, PB
Fone: (83) 315 4300 Fax: (83) 315 4367
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª Edição
Tiragem: 500



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: Luiz Paulo de Carvalho
Secretária Executiva: Nivia M.S. Gomes
Membros: Demóstenes M.P. de Azevedo
José Wellington dos Santos
Lúcia Helena A. Araújo
Márcia Barreto de Medeiros
Maria Auxiliadora Lemos Barros
Maria José da Silva e Luz
Napoleão Esberard de M. Beltrão
Rosa Maria Mendes Freire

Expedientes: Supervisor Editorial: Nivia M.S. Gomes
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão
Tratamento das ilustrações: Geraldo F. de S. Filho
Editoração Eletrônica: Geraldo F. de S. Filho